

СТАНОВИЩЕ

на дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен „доктор”
по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)
на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)
от

кандидат: Елтон Шумка,
тема на дисертационния труд: **Методи базирани на изкуствен интелект за прецизни измервания и автоматизация на детектори на CMS експеримента**
в професионално направление: **4.1 Физически науки,**
Докторска програма **Физика на елементарните частици и високите енергии**

Становището е изготвено от **доц. д-р Венелин Кожухаров**, Физически факултет, СУ «Св. Кл. Охридски» в качеството на член на научното жури по професионално направление: **4.1 Физически науки**, Докторска програма **Физика на елементарните частици и високите енергии** съгласно Заповед РД 38-56/30.01.2025 г. на Ректора на Софийски университет «Св. Кл. Охридски».

1. Обща характеристика на дисертационния труд и представените материали

Кандидатът Елтон Шумка е представил дисертационен труд на тема „Изследвания с детектора CMS: Методи, базирани на изкуствен интелект, за прецизни измервания и автоматизация на детектори на CMS експеримента“ на английски език и Автореферат на български и английски език, а така също и задължителните таблици за Физически ф-т от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“. Представени са и други документи, подкрепящи постиженията на кандидата.

Представеният от кандидата дисертационен труд е в общ обем 153 страници, включващи 10 страници приложение. По същество дисертационният труд е разделен на два обширни раздела, представящи най-общо мотивацията за проведените изследвания и избрани резултати, получени вследствие на работата на докторанта.

Първата глава е посветена на ускорителния комплекс LHC, като в детайли са разгледани експериментът CMS и в частност системата от детектори със съпротивителни плоскости (RPC). Ясно дефиниран е основният проблем при обслужването на RPC детекторите за осигуряване на надеждната им работа, а именно избягването на надвишаването на определен праг на тока през камерата при зададеното високо напрежение. Втората глава представя теоретичен преглед на Стандартния модел във физиката на елементарните частици, като по-разширено са представени избраните от кандидата тематика, свързани със смесването кварките и физиката на В-мезоните. Даден е формализмът на еволюцията на система от двойка неутрални мезони представляващи частица и античастица с оглед на CP-симетрията. Разширено е разгледан разпадът $B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi$, като са представени основните компоненти на амплитудата на разпада на псевдоскаларните В-мезони до разгледаното крайно състояние на две векторни частици, със съответните им CP четности. По този начин диференциалното сечение за съответния разпад е представено като сума от отделни компоненти с различна зависимост от ъглите между частиците в крайно състояние. Именно тази различна зависимост е използвана впоследствие за определянето на избрани параметри за разпада $B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi$.

Вторият раздел включва три глави, в първата от която са представени резултатите от измерванията от изследването на разпада $B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi$. Важно е да се отбележи, че получената стойност за CP-нарушаващата фаза ϕ_s е се различава от 0 на повече от 3 стандартни отклонения, което дава ясно указание за наблюдаването на

CP нарушение в $B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi$ разпадите. Макар и все още непубликуван, този резултат несъмнено е актуален и ще получи широка публичност.

Четвъртата глава е посветена на разработката и резултатите, получени от приложение, базирано на машинно обучени алгоритми, за следене и предсказване на очаквания ток в камерите със съпротивителна плоскост. Няколко различни модела са разработени и тяхното представяне е оценено на база на разликите между предсказани и измерени стойности на токовете за последващи тренировката им етапи. На база на работата на докторанта по следене на работата на камерите със съпротивителна плоскост и като следващо надграждане на системата за мониторинг в глава 5 е представено описанието на среда за автоматизирано събиране, синхронизация и следене на камерите със съпротивителна плоскост. Тази автоматизирана среда отново използва методи, базирани на машинното обучение. В приложението е представен и кодът на имплементацията на средата.

Следва заключение, обобщение на научните приноси и библиографската справка на кандидата, включваща избрани публикации и доклади, представени от кандидата на международни научни форуми, по темата на дисертацията. Представеният материал е подкрепен с достатъчно фигури и обобщаващи таблици. Цитирани са и 103 литературни източника по темата.

2. Данни и лични впечатления за кандидата

Елтон Шумка завършва бакалавър в Университет „Фан С. Ноли“, Корча, Албания, след което записва магистратура по „Физика на ядрото и елементарните частици“ във ФзФ, СУ „Св. Кл. Охридски“, България. След успешното ѝ завършване през март, 2020 г., кандидатът записва докторската програма по „Физика на елементарните частици и високите енергии“ към ФзФ, СУ под ръководството на доц. д-р Борислав Павлов и доц. д-р Пейчо Петков. Едната му основна задача е да продължи работата си по експеримента CMS в ЦЕРН и в частност по мюонната система, за която българската страна е поела ключови отговорности, а другата – да работи върху изследването на разпадите на В-мезони, позволяващи определянето на CP-нарушаващи параметри от Стандартния модел.

Личните ми впечатления от Елтон Шумка се базират на наблюденията ми по време на неговото обучение във Физически факултет. Познавам кандидата от есента на 2017 г., от практическите му занятия, които той извършваше в рамките на водените от мен лабораторни упражнения по Атомна физика и взаимодействия на йонизиращите лъчения с вещество. През годините Елтон Шумка показва, че може да поема отговорности в областта на експерименталната физика на високи енергии и да довежда до край започнати изследвания. Кандидатът показва стабилна теоретична подготовка, за което съдя и от посещаваните при мен курсове. При представянето на резултатите личи разбирането в детайли на физичния смисъл в проведените изследвания.

3. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата, съдържащи се в представения дисертационен труд и материалите, включени по процедурата

Научната тематика на дисертацията, свързана с експерименталното изучаване на поведението на микрообектите и взаимодействията им е задача, която е изключително актуално към днешния момент. Това е свързано с откриването на първата скаларна фундаментална частица в Стандартния модел и с определянето на параметрите, които водят до омасяването на фундаменталните фермиони. Част от

тези параметри са отговорни за СР-нарушение и именно това е един от фокусите на настоящия труд. От друга страна подготовката и надеждната работа на експериментални комплекси, предназначени за извършването на тези изследвания, е неминуема стъпка към получаването на физичните резултати и кандидатът е демонстрирал и активната си работа и в тази посока.

Най-общо приносите на кандидата обобщавам като:

- систематичен анализ на проблемите, свързани с надеждната работа на конкретни детекторни системи; разработка на алгоритми, позволяващи бързо и ефективно прилагане на решения за подобряване на ефективността на работата на многодетекторни системи;

- прилагане на съвременни алгоритми и методи за оценка на ефективност за регистрация на събития и за оценка на фона в извадка от данни, селектирана по предварително дефиниран начин;

- измерване на фундаментални параметри на взаимодействията на елементарните частици чрез използването на статистически методи за разграничаване на определена топология в кинематиката на крайното състояние.

В този смисъл приносите на кандидата са както чисто експериментални и фундаментални, така и научно-методични, което е свързано с високата ми оценка за неговата работа. Тематиката на дисертацията е оригинална, което се демонстрира и от бързото публикуване на резултатите, получени от кандидата. Също така използването на съвременни и модерни методи за анализ и моделиране на данни, в частност на машинно обучени алгоритми, увеличават образователната тежест на докторската програма и увеличават възможностите на кандидата за бъдеща кариерна реализация с използването на тези бързо развиващи се методи през последните години.

Не са налични никакви съмнение за каквото и да плагиатство от кандидата.

4. Аprobация на резултатите

Оценката за качеството на получените резултати е направена на база научната продукция на кандидата, публикувана в реферирани научни издания, а именно публикациите. Кандидатът е представил 4 публикации по темата на дисертацията, всички от които са публикувани или са в процес на публикуване в списания от I група (Q1 или Q2). Към датата на депозиране на дисертацията са били публикувани 2 от представените 4-те публикации, а към настоящия момент е публикувана и третата статия. Последната публикация е изпратена в PRL, като нейното скорошно публикуване не буди съмнение, имайки качеството на получените резултати. Макар и в съавторство в големи научни колективи, конкретният принос на кандидата е съществен и ясно очертан от представените писма от водещите учени в колаборацията CMS – Dmytro Kovalskyi и Salvatore Buontempo.

С това считам, че представените към дисертационния труд материали подкрепят резултатите в дисертацията и не само отговарят, но и надхвърлят изискуемите 30 точки за присъждане на ОНС доктор съгласно ЗРАСРБ и съответстват на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“ (ПУРПНСЗАДСУ).

Кандидатът не е представил справка за цитирания на публикациите до този момент.

5. Качества на автореферата

Тъй като дисертационният труд е на английски език, кандидатът е представил разширен автореферат на български език, който е изложен на 69 страници. В него последователно и пълно са дадени обобщение на научните достижения на кандидата, разгледани по-подробно в дисертационния труд. Макар и без включване на имената на

разделите, отделните глави в автореферата повтарят тези в дисертацията и правилно отразява дисертационния труд. Авторефератът е представен и на английски език също в разширен вид.

6. Критични бележки и препоръки

Представените от кандидата материали за придобиване на ОНС „Доктор“ в професионално направление 4.1 Физически науки (Физика на елементарните частици и високите енергии) са на високо ниво. Кандидатът демонстрира добра езикова култура на английски и български език, като малкото грешки са основно пунктуационни. Разбира не липсват и жаргонни заемки от английски език в българския текст на автореферата. В структурата на дисертацията в раздел „Мотивация“ първоначално е описан експерименталният комплекс на ускорителя LHC, а след това е представена теоретичната обосновка за В-мезоните, докато в раздел „Резултати“ е избрано първо да се покаже анализа на разпада $B_s^0 \rightarrow J/\psi + \phi$, а едва след това са представени изследванията на докторанта върху камерите със съпротивителна плоскост на CMS и работата му по системите за автоматизация на контрола и мониторинга на RPC системата. Избраният стил води до ~10 празни страници, което е излишно в представения електронен вариант на дисертацията. Не псевдобързината е Лоренц-инвариантна, както е представено в обзорната част, а разликата от псевдобързините е Лоренц-инвариантна величина. Също така бих попитал дали има специфика при определянето на неопределеностите в долните панели на фигури от 3.5 до 3.9, или всички неопределености са равни на единица, както би следвало да се очаква, при което тяхното показване не носи допълнителна информация, а само натоварва графиката? Също така в описанието на фиг. 3.10 изглежда, че има пропуснат израз и неточност „... *difference between $B^+ \rightarrow J/\psi \phi(1020)$* “ и други.

Направените забележки обаче не омаловажават научните достижения и дълбочината на дисертацията на кандидата, които са безспорни. Те са насочени единствено към излагането на получените резултати в дисертационния труд.

7. Заключение

След като се запознах с представените ми материали и отчитайки спецификата на научната област и проведените изследвания, препоръчвам убедено на уважаемото жури да присъди на **Елтон Шумка** образователна и научна степен „доктор“ в научна област **4.1 Физически науки** (Физика на елементарните частици и високите енергии).

04.05.2025 г.

Изготвил становището:.....
(доц. д-р Венелин Кожухаров, ФзФ, СУ)